

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-131790

(43)Date of publication of application : 19.05.1998

(51)Int.Cl.

F02D 41/14

F02D 41/22

F02D 45/00

(21)Application number : 08-302347

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 29.10.1996

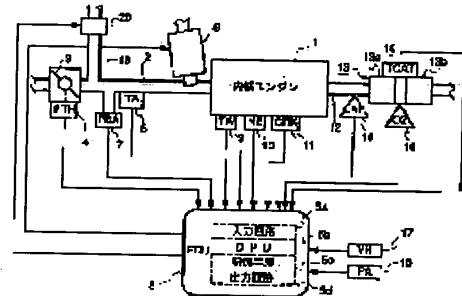
(72)Inventor : WATANABE KATSUSHI
TSUTSUMI KOJIRO

(54) AIR-FUEL RATIO CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To fluctuate an air-fuel ratio forcibly, and improve an exhaust gas characteristic by changing a rich side continuation time and a lean side continuation time independently from each other, changing a cycle of forcible fluctuation of the air-fuel ratio, and setting its change rate according to a deviation between an output of an oxygen concentration sensor and a prescribed reference value.

SOLUTION: A rich side continuation time for deviating an air-fuel ratio continuously to a rich side, and a lean side continuation time for deviating the air-fuel ratio continuously to a lean side, are changed by cycle change means independently from each other, on the basis of an output of an O₂ sensor 15 arranged between an upstream side housing part 13a and a downstream side housing part 13b in an exhaust gas emission control device 13 for purifying exhaust gas. In the cycle change means, a change rate of the rich side or lean side continuation time is set according to a deviation between the output of the O₂ sensor 15 and a prescribed reference value. An air-fuel ratio which is adapted to purifying capacity is fluctuated forcibly, and performance of the device 13 is exhibited to a maximum level so as to improve an exhaust gas characteristic.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3324635

[Date of registration] 05.07.2002

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-131790

(43)公開日 平成10年(1998)5月19日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
F 0 2 D 41/14	3 1 0	F 0 2 D 41/14	3 1 0 F
			3 1 0 L
41/22	3 0 5	41/22	3 0 5 A
45/00	3 4 5	45/00	3 4 5 A

審査請求 未請求 請求項の数2 F D (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平8-302347
 (22)出願日 平成8年(1996)10月29日

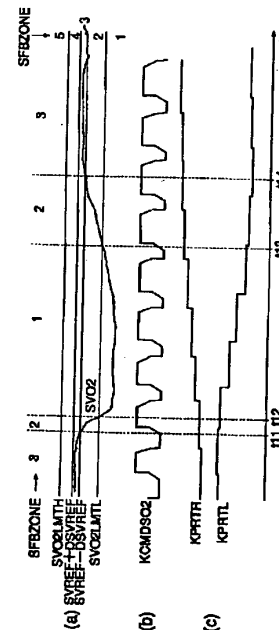
(71)出願人 000005326
 本田技研工業株式会社
 東京都港区南青山二丁目1番1号
 (72)発明者 渡辺 勝志
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内
 (72)発明者 堤 康次郎
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内
 (74)代理人 弁理士 渡部 敏彦

(54)【発明の名称】 内燃機関の空燃比制御装置

(57)【要約】

【課題】 排気ガス浄化装置の浄化能力に適合した空燃比の強制変動を行い、排気ガス浄化装置の性能を最大限に発揮させて排気ガス特性を向上させることができる空燃比制御装置を提供する。

【解決手段】 パータベーションのリッチ側偏倚制御継続時間TPRTRを補正するリッチ側継続時間補正係数KPRTRと、リーン側偏倚制御継続時間TPRTLを補正するリーン側継続時間補正係数KPRTLとを、O₂センサ出力SVO₂に応じてそれぞれ独立に変更する。O₂センサ出力SVO₂と基準値SVREFとの偏差が大きくなるほど、継続時間補正係数KPRTR及びKPRTLの1回の変更量を大きくする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気系に設けられた排気ガス浄化手段と、該排気ガス浄化手段の下流側又は内部に設けられた酸素濃度センサと、前記機関に供給する混合気の空燃比を理論空燃比に対してリッチ側とリーン側とに周期的に変動させる空燃比変動手段を備えた内燃機関の空燃比制御装置において、前記酸素濃度センサの出力に基づいて、前記空燃比を前記リッチ側に継続して偏倚させるリッチ側継続時間と、前記空燃比を前記リーン側に継続して偏倚させるリーン側継続時間とを独立して変更する周期変更手段を有し、該周期変更手段は、前記リッチ側又はリーン側継続時間の変更量を前記酸素濃度センサの出力と所定基準値との偏差に応じて設定することを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項2】 前記排気ガス浄化手段の上流側に設けられ、排気ガス中の酸素濃度に比例した信号を出力する空燃比センサと、該空燃比センサの出力信号に応じて前記機関に供給する混合気の空燃比が目標空燃比と一致するようにフィードバック制御するフィードバック制御手段とを備え、前記空燃比変動手段は、前記目標空燃比を周期的に変動させることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の空燃比制御装置に関し、特に内燃機関に供給する混合気の空燃比を強制的に変動させることにより、排気ガス特性を向上させる空燃比制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】空燃比を強制的に変動させること（空燃比のバタベーション）により、触媒を用いて排気ガスの浄化を行う排気ガス浄化装置の浄化効率を改善する手法は従来より知られている。またこの強制変動の態様、例えば強制変動の中心値やリッチ側への制御時間とリーン側への制御時間の比率などを、排気ガス浄化装置の下流側に装着された酸素濃度センサの出力に基づいて制御する手法が、特開平2-11841号公報に示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の手法は、排気ガス浄化装置内の触媒の劣化、より具体的には触媒の酸素蓄積能力の変化を考慮していないため、例えば触媒の酸素蓄積能力を越えて空燃比を強制変動させ、排気ガス特性をかえて悪化させる場合があった。

【0004】本発明はこの点に着目してなされたものであり、排気ガス浄化装置の浄化能力に適合した空燃比の強制変動を行い、排気ガス浄化装置の性能を最大限に発揮させて排気ガス特性を向上させることができる空燃比

制御装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため請求項1に記載の発明は、内燃機関の排気系に設けられた排気ガス浄化手段と、該排気ガス浄化手段の下流側又は内部に設けられた酸素濃度センサと、前記機関に供給する混合気の空燃比を理論空燃比に対してリッチ側とリーン側とに周期的に変動させる空燃比変動手段を備えた内燃機関の空燃比制御装置において、前記酸素濃度センサの出力に基づいて、前記空燃比を前記リッチ側に継続して偏倚させるリッチ側継続時間と、前記空燃比を前記リーン側に継続して偏倚させるリーン側継続時間とを独立して変更する周期変更手段を有し、該周期変更手段は、前記リッチ側又はリーン側継続時間の変更量を前記酸素濃度センサの出力と所定基準値との偏差に応じて設定することを特徴とする。

【0006】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の空燃比制御装置において、前記排気ガス浄化手段の上流側に設けられ、排気ガス中の酸素濃度に比例した信号を出力する空燃比センサと、該空燃比センサの出力信号に応じて前記機関に供給する混合気の空燃比が目標空燃比と一致するようにフィードバック制御するフィードバック制御手段とを備え、前記空燃比変動手段は、前記目標空燃比を周期的に変動させることを特徴とする。

【0007】請求項1に記載の空燃比制御装置によれば、空燃比を理論空燃比よりリッチ側に継続して偏倚させるリッチ側継続時間と、リーン側に継続して偏倚させるリーン側継続時間とを独立して変更することにより空燃比の強制変動の周期が変更され、この変更量が酸素濃度センサの出力と所定基準値との偏差に応じて設定される。

【0008】請求項2に記載の空燃比制御装置によれば、目標空燃比が周期的に変動し、機関に供給する混合気の空燃比が目標空燃比に一致するようにフィードバック制御が行われる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0010】図1は、本発明の一実施形態に係る内燃機関（以下「エンジン」という）及びその制御装置の全体構成図であり、例えば4気筒のエンジン1の吸気管2の途中にはスロットル弁3が配されている。スロットル弁3にはスロットル弁開度（ θ_{TH} ）センサ4が連結されており、当該スロットル弁3の開度に応じた電気信号を出力してエンジン制御用電子コントロールユニット（以下「ECU」という）5に供給する。

【0011】燃料噴射弁6はエンジン1とスロットル弁3との間かつ吸気管2の図示しない吸気弁の少し上流側に各気筒毎に設けられており、各噴射弁は図示しない燃料ポンプに接続されていると共にECU5に電氣的に接

続されて当該ECU5からの信号により燃料噴射の開閉時間が制御される。

【0012】一方、スロットル弁3の直ぐ下流には吸気管内絶対圧(PBA)センサ7が設けられており、この絶対圧センサ7により電気信号に変換された絶対圧信号は前記ECU5に供給される。また、その下流には吸気温(TA)センサ8が取付けられており、吸気温TAを検出して対応する電気信号を出力してECU5に供給する。

【0013】エンジン1の本体に装着されたエンジン水温(TW)センサ9はサーミスタ等から成り、エンジン水温(冷却水温)TWを検出して対応する温度信号を出力してECU5に供給する。エンジン回転数(NE)センサ10及びCRKセンサ11はエンジン1の図示しないカム軸周囲又はクランク軸周囲に取付けられている。エンジン回転数センサ10はエンジン1のクランク軸の180度回転毎に所定のクランク角度位置でパルス(以下「TDC信号パルス」という)を出力し、CRKセンサ11は所定のクランク角毎、例えば45度のクランク角度位置で信号パルス(以下「CRK信号パルス」という)を出力するものであり、これらの各信号パルスはECU5に供給される。

【0014】排気管12には排気ガスを浄化する排気ガス浄化装置13が設けられ、この排気ガス浄化装置13は、それぞれ排気ガス浄化用の触媒が格納された上流側格納部13a及び下流側格納部13bを1つの容器(コンテナ)に格納して構成されている。排気ガス浄化装置13の上流位置には、排気ガス中の酸素濃度又は酸素の不足度合に基づいて空燃比を検出する広域空燃比センサ(以下「LAFセンサ」という)14が装着されているとともに、上流側格納部13aと下流側格納部13bとの間には排気ガス中の酸素濃度を検出するO2センサ15が装着されている。LAFセンサ14は、空燃比にほぼ比例した電気信号を出力し、ECU5に供給する。O2センサ15は、排気ガス中の酸素濃度に応じた電気信号(SVO2)をECU5に供給する。また排気ガス浄化装置13にはその温度を検出する触媒温度(TCAT)センサ16が装着され、検出された触媒温度TCATに対応する電気信号がECU5に供給される。なお、O2センサ15は、下流側格納部13bの下流側に装着してもよい。

【0015】ECU5にはさらに、エンジン1が搭載された車両の速度を検出する車速センサ(VH)17、大気圧(PA)センサ18が接続されており、これらのセンサの検出信号がECU5に供給される。

【0016】吸気管2には、通路19を介して燃料タンクで発生する蒸発燃料を吸着するキャニスタ(図示せず)が接続されており、通路19の途中にバージ制御弁20が配設されている。バージ制御弁20は、ECU5に接続されており、ECU5によりその開閉が制御され

る。バージ制御弁20は、エンジン1の所定運転状態において開弁され、キャニスタに貯蔵された蒸発燃料を吸気管2に供給する。

【0017】ECU5は、各種センサからの入力信号波形を整形し、電圧レベルを所定レベルに修正し、アナログ信号値をデジタル信号値に変換する等の機能を有する入力回路5a、中央演算処理回路(以下「CPU」という)5b、CPU5bで実行される各種演算プログラム及び演算結果等を記憶する記憶手段5c、前記燃料噴射弁6に駆動信号を供給する出力回路5d等から構成される。

【0018】CPU5bは、上述の各種エンジンパラメータ信号に基づいて、空燃比フィードバック制御領域や空燃比フィードバック制御を行わない複数の特定運転領域(以下「オープンループ制御領域」という)の種々のエンジン運転状態を判別するとともに、該判別されたエンジン運転状態に応じて、下記数式1に基づき、前記TDC信号パルスに同期する燃料噴射弁6の燃料噴射時間TOUTを演算する。

【0019】

【数1】

$$TOUT = TIM \times KAF \times KCMD \times K1 + K2$$

ここに、TIMは基本燃料量、具体的には燃料噴射弁5の基本燃料噴射時間であり、エンジン回転数NE及び吸気管内絶対圧PBAに応じて設定されたTIマップを検索して決定される。TIマップは、エンジン回転数NE及び吸気管内絶対圧PBAに対応する運転状態において、エンジンに供給する混合気空燃比がほぼ理論空燃比になるように設定されている。

【0020】KAFは空燃比補正係数であり、空燃比フィードバック制御時は、LAFセンサ14の出力に応じて算出され、さらにオープンループ制御領域では各運転領域に応じた値に設定される。

【0021】KCMDは後述するようにエンジン運転状態に応じて算出される目標空燃比係数である。目標空燃比係数KCMDは、空燃比A/Fの逆数、すなわち燃空比F/Aに比例し、理論空燃比のとき値1.0をとるので、目標当量比ともいう。本実施形態では、空燃比のパターベーション(強制変動)は、この目標空燃比係数KCMDを変化させることにより行う。

【0022】K1及びK2は夫々各種エンジンパラメータ信号に応じて演算される他の補正係数および補正変数であり、エンジン運転状態に応じた燃費特性、エンジン加速特性等の諸特性の最適化が図れるような所定値に決定される。

【0023】CPU5bは上述のようにして求めた燃料噴射時間TOUTに基づいて燃料噴射弁6を開弁させる駆動信号を出力回路5dを介して燃料噴射弁6に供給するとともに、エンジン運転状態に応じたバージ制御弁20の開閉制御を行う。

【0024】図2は、空燃比フィードバック制御の実行条件が成立したとき実行されるLAFフィードバック処理のフローチャートであり、この処理はTDC信号パルスの発生毎にCPU5bで実行される。

【0025】ステップS1では、目標空燃比係数KCMDを算出するKCMD算出処理(図3)を実行し、ステップS2では、空燃比補正係数KAFを算出するKAF算出処理(図18)を実行する。以下、これらの処理の内容を詳細に説明する。

【0026】図3は、KCMD算出処理のフローチャートであり、ステップS11では、目標空燃比係数KCMDの算出に用いる補正係数の1つであるSVO2補正係数KCMDSO2を、O2センサ15の出力SVO2に基づいて算出するSVO2フィードバック処理(図4)を実行する。次いで、エンジン水温TWに応じてTW補正係数KCMDTWを算出し(ステップS12)、下記数式2により、目標空燃比係数KCMDを算出して(ステップS13)、本処理を終了する。

【0027】

【数2】

$KCMD = KBS \times KCMDTW \times KCMDSO2$
ここで、KBSは、目標空燃比係数KCMDの基本値であり、エンジン回転数NE及び吸気管内絶対圧PBAに応じて設定される。

【0028】図4及び5は、図3のステップS11で実行されるSVO2フィードバック処理のフローチャートである。

【0029】ステップS21では、エンジン水温TWに応じて図6に示すKKPRTTWテーブルを検索し、水温補正係数KKPRTTWを算出する。この水温補正係数KKPRTTWは、後述するバタバージョンのリッチ側継続時間TPRTRの補正係数KPRTR及びリーン側継続時間TPRTLの補正係数KPRTL(以下両補正係数をまとめて表すときは、「継続時間補正係数KPRTi(i=R,L)」という)の算出に使用される(ステップS27、図14のステップS221)。

【0030】ステップS22では、図7に示すSVO2F/B実施条件判断処理を実行する。この処理は、O2センサ15の出力SVO2に応じたSVO2補正係数KCMDSVO2の算出の実行条件を判断するものである。

【0031】図7のステップS81では、所定のフェールセーフ処理実行中であるかを判別し、フェールセーフ処理実行中のときは、後述する継続時間補正係数KPRTiの学習値KPRTREFを「1.0」に設定し(ステップS82)、SVO2F/B実行条件不成立であると判断して、SVO2F/B実行フラグFSO2FBを「0」に設定する(ステップS86)。ステップS81の答が否定(NO)のときは、PID制御実行中であることを「1」で示すPID制御フラグFPIDFB

が「1」かを判別する(ステップS84)。

【0032】FPIDFB=0であって、空燃比フィードバック制御を実行していないときは前記ステップS86に進み、FPIDFB=1であるときは、エンジン回転数NEが所定上下限值NESO2H, NESO2L(例えばそれぞれ5000rpm, 1000rpm)の範囲内にあり、且つ吸気管内絶対圧PBAが所定上下限值PBSO2H, PBSO2L(例えばそれぞれ660mmHg, 210mmHg)の範囲内にあり、且つエンジン水温TWが所定水温TWSO2L(例えば5℃)より高いかを判別する(ステップS85)。そして、この答が否定(NO)のときは前記ステップS86に進み、肯定(YES)のときは実行条件成立と判断して、SVO2F/B実行フラグFSO2FBを「1」に設定して(ステップS87)、本処理を終了する。

【0033】図4に戻り、ステップS23ではSVO2F/B実行フラグFSO2FBが「1」かを判別し、FSO2FB=0であってSVO2F/B実行条件不成立ときは、空燃比リッチ化処理の終了を「1」で示すリッチ化処理終了フラグFO2LEAN(ステップS45参照)を「0」に設定し(ステップS24)、SVO2補正係数KCMDSO2の中心値KSO2CENT及びSVO2補正係数KCMDSO2をいずれも「1.0」に設定する(ステップS25、S26)。次いで、ステップS21で算出した補正係数KKPRTTWを下記数式3に適用して継続時間補正係数KPRTiを算出する。

【0034】

【数3】 $KPRTi = KPRTREF \times KKPRTTW$
ここでKPRTREFは、後述する図17の処理により算出される継続時間補正係数KPRTiの学習値である。

【0035】続くステップS28～S31では、ステップS27で算出したKPRTi値のリミット処理を行う。すなわち、継続時間補正係数KPRTiが所定上限値KPRTLMTLTH(例えば、1.7)を越えるときは、 $KPRTi = KPRTLMTLTH$ とし(ステップS28、S29)、所定下限値KPRTLMTL(例えば、0.3)を下回るときは、 $KPRTi = KPRTLMTL$ とし(ステップS30、S31)、 $KPRTLMTL \leq KPRTi \leq KPRTLMTLTH$ であるときは、直ちにステップS66に進む。ステップS66では、後述するステップS67で参照するダウンカウントタイムtKPRTRNに所定時間TMKPRTRN(例えば10秒)を設定してスタートさせ、本処理を終了する。

【0036】ステップS23でFSO2FB=1であって、SVO2F/B実施条件が成立するときは、O2センサ15が活性化していることを「1」で示す活性フラグFnSO2が「1」かを判別し(ステップS41)、FnSO2=0であって活性化していないとき

は、前記タイムtKPRTRNに前記所定時間TMKPRTRNを設定してスタートさせ（ステップS42）、ステップS45に進む。

【0037】ステップS41でFnSO2=1であってO2センサ15が活性化しているときは、リッチ化終了フラグFSO2LEANが「1」か否かを判別し（ステップS43）、FSO2LEAN=1であってリッチ化処理が終了しているときは、直ちにステップS45に進む。またFSO2LEAN=0であるときは、O2センサ出力SVO2が、所定下限値SVO2LMTL以上か否かを判別し（ステップS44）、SVO2<SVO2LMTLであって排気ガス浄化装置13内の酸素蓄積量が大きいときは、ステップS48からS50の空燃比リッチ化処理を行う。すなわち、バータベーションの中心値KSO2CENTを、所定加算項DKSO2Pだけ増加させ（ステップS48）、中心値KSO2CENTがリッチ側所定値KSO2RICHより大きいかな否かを判別し（ステップS49）、KSO2CENT≤KSO2RICHであるときは直ちに、またKSO2CENT>KSO2RICHであるときは、KSO2CENT=KSO2RICHとして（ステップS50）、ステップS51に進む。これにより、中心値KSO2CENTは、リッチ側所定値KSO2RICHまで、漸増される。

【0038】ステップS51では、ステップS42と同様にタイムtKPRTRNに所定時間TMKPRTRNを設定してスタートさせ、ステップS61に進む。

【0039】ステップS48～S50のリッチ化処理は、フュエルカット直後においては排気ガス浄化装置13内の酸素蓄積量が大きくなるので、空燃比をリッチ化させて排気ガス特性の悪化を防止するために行う。

【0040】リッチ化処理によりSVO2≥SVO2LMTLとなるとステップS45に進み、リッチ化終了フラグFSO2LEANを「1」に設定し、次いで中心値KSO2CENTを所定値DKSO2Mだけ減少させる（ステップS46）。そして中心値KSO2CENTが「1.0」より小さいかな否かを判別し、KSO2CENT≥1.0であるときは前記ステップS51に進み、KSO2CENT<1.0であるときは、KSO2CENT=1.0として（ステップS52）、ステップS61に進む。

【0041】ステップS61では、図8、9に示すSVO2補正係数KCMDSO2算出処理を実行し、ステップS62では図13、14に示すKPRTi算出処理を実行する。次いで、スロットル弁開度θTHの変化量DTH(=θTH(k)-θTH(k-1))の絶対値が所定変化量DTHKPRTL(例えば3.5deg)より小さいかな否かを判別し（ステップS63）、|DTH|<DTHKPRTLであるときは、吸気管内絶対圧PBAの変化量DPBA(=PBA(k)-PBA(k-1))の絶対値が、所定変化量DPBKPRTL(例え

ば50mmHg)より小さいかな否かを判別し（ステップS64）、|DPBA|<DPBKPRTLであるときは、エンジン回転数NEの変化量DNE(=NE(k)-NE(k-1))が、所定変化量DNEKPRTL(例えば300rpm)より小さいかな否かを判別する（ステップS65）。なお、(k)及び(k-1)は、それぞれ今回値及び前回値を表すために付している。特に(k)、(k-1)等を付していないパラメータは、今回値を表す。

10 【0042】ステップS63からS65のいずれかの答が否定(NO)のときは、前記ステップS66に進み、すべての答が肯定(YES)であってエンジン運転状態が安定しているときは、ステップS66等でスタートしたタイムtKPRTRNの値が「0」であるかな否かを判別する（ステップS67）。tKPRTRN>0である間は直ちに本処理を終了し、tKPRTRN=0となると学習値KPRTREF算出処理（図17）を実行して（ステップS68）、本処理を終了する。

【0043】図8及び9は、図5のステップS61で実行されるSVO2補正係数KCMDSO2算出処理のフローチャートである。

【0044】ステップS101では活性フラグFnSO2が「1」か否かを判別し、FnSO2=0であってO2センサ15が活性化していないときは、エンジンがアイドル状態にあることを「1」で示すアイドルフラグFIDLEが「1」か否かを判別する（ステップS105）。そしてFIDLE=1であるときは、バータベーションの中心値KSO2CENTからの変動幅KCMDPRT及びバータベーションのリッチ側継続時間TPRTR及びリーン側継続時間TPRTLの基本値（以下「継続時間基本値」という）TMPRTを、それぞれ活性前アイドル用の所定値KCMDPSTI及びTMPRTSTI(例えば500msec)に設定して（ステップS107）、ステップS108に進む。また、FIDLE=0であってアイドル状態でないとき（オフアイドル状態のとき）は、変動幅KCMDPRT及び継続時間基本値TMPRTをそれぞれ活性前オフアイドル用の所定値KCMDPST及びTMPRTST(例えば300msec)に設定して（ステップS106）、ステップS108に進む。

40 【0045】ステップS101でFnSO2=1であってO2センサ15が活性化しているときは、アイドルフラグFIDLEが「1」か否かを判別し（ステップS102）、FIDLE=1であるときは、変動幅KCMDPRT及び継続時間基本値TMPRTをそれぞれアイドル用の所定値KCMDPIDL及びTMPRTIDL(例えば1sec)に設定して（ステップS103）、ステップS108に進む。また、FIDLE=0であってオフアイドル状態のときは、エンジン回転数NE及び吸気管内絶対圧PBAに応じて設定されたマップ（図示

せず)を検索することにより、変動幅KCMPDRT及び継続時間基本値TMPRTを決定する(ステップS104)。

【0046】ステップS108では、エンジン回転数NE及び吸気管内絶対圧PBAに応じて図10に示すように設定されたSVREFテーブルを検索し、基準値SVREFを算出する。SVREFテーブルには、吸気管内絶対圧PBAが第1所定圧PBSVREF1(例えば110mmHg)以下の場合に適用するラインL1と、第2所定圧PBSVREF2(例えば660mmHg)以上の場合に適用するラインL2とが設定されており、PBSVREF1<PBA<PBSVREF2であるときは補間演算により、基準値SVREFを算出する。

【0047】続くステップS109では、前回SVO2F/B実行フラグFSO2FBが「0」であったか否かを判別し、前回もFSO2FB=1であったときは直ちにステップS121に進み、前回FSO2FB=0で今回「1」となったときは、以下の初期設定処理(ステップS110~S115)を行う。すなわち空燃比の偏倚方向の反転(リーン側からリッチ側への、又はその逆の移行)を要求することを「1」で示す反転要求フラグFPRTCNGを「0」に設定し(ステップS110)、O2センサ出力SVO2が基準値SVREF以下か否かを判別する(ステップS111)。

【0048】SVO2≤SVREFであるときは、空燃比のリッチ側偏倚からバータベーションを開始すべく、リッチ側偏倚制御実行中であることを「1」で示すバータベーションフラグFPRTを「1」に設定するとともに(ステップS112)、下記数式5によりリッチ側継続時間TPRTRを算出して、その算出値をダウンカウントタイマtPRTにセットしてスタートさせ(ステップS113)、ステップS121に進む。

【0049】

【数5】 $TPRTR = TMPRT \times KPRTTR$

ここで、TMPRTはステップS103、S104、S106又はS107で設定された継続時間基本値、KPRTTRは後述する図13及び14の処理で算出されるリッチ側継続時間補正係数である。

【0050】一方ステップS111でSVO2>SVREFであるときは、空燃比のリーン側偏倚からバータベーションを開始すべく、前記バータベーションフラグFPRTを「0」に設定するとともに(ステップS114)、下記数式6によりリーン側継続時間TPRTLを算出して、その算出値をタイマtPRTにセットしてスタートさせ(ステップS115)、ステップS121に進む。

【0051】

【数6】 $TPRTL = TMPRT \times KPRTL$

ここで、TMPRTはステップS103、S104、S106又はS107で設定された継続時間基本値、KP

RTLは後述する図13及び14の処理で算出されるリーン側継続時間補正係数である。

【0052】ステップS121では、KCMDSO2反転判断処理(図11)を実行する。この処理では後述するように空燃比の偏倚方向を反転させるべきか否かを判断を行い、反転すべきときに反転要求フラグFPRTCNGを「1」に設定する。

【0053】続くステップS122では、バータベーションフラグFPRTが「1」か否かを判別し、FPRT=1であるとき、すなわちリッチ側偏倚制御実行中は、反転要求フラグFPRTCNGが「1」か否かを判別し(ステップS123)、FPRTCNG=0であるときは、下記数式7により、SVO2補正係数KCMDSO2を算出して(ステップS124)(図12、t2~t4参照)、本処理を終了する。

【0054】

【数7】

$KCMDSO2 = KSO2CENT + KCMPDRT$
ここで、KSO2CENTはバータベーションの中心値(図4、ステップS46~S52参照)、KCMPDRTはステップS103、S104等で設定される変動幅である。

【0055】またステップS123でFPRTCNG=1であって反転要求がなされたときは、SVO2補正係数KCMDSO2を所定値DKCMDSO2だけ減少させ(ステップS125)、KCMDSO2値が中心値KSO2CENT以上か否かを判別する(ステップS126)。そして、KCMDSO2≥KSO2CENTである間は直ちに本処理を終了し(図12、t4~t5参照)、KCMDSO2<KSO2CENTとなると、リーン側偏倚制御に移行すべくバータベーションフラグFPRTを「0」に設定し(ステップS127)、下記数式8により、SVO2補正係数KCMDSO2を算出する(ステップS128)。

【0056】

【数8】

$KCMDSO2 = KSO2CENT - KCMPDRT$
次いでリーン側継続時間TPRTLを前記数式6により算出して、タイマtPRTにセットしてスタートさせ(ステップS129)、反転要求フラグFPRTCNGを「0」に戻して(ステップS130)(図12、t5参照)、本処理を終了する。

【0057】一方ステップS122でFPRT=0であってリーン側偏倚制御実行中は、反転要求フラグFPRTCNGが「1」か否かを判別し(ステップS131)、FPRTCNG=0であるときは、前記数式8により、SVO2補正係数KCMDSO2を算出して(ステップS132)(図12、t5~t7参照)、本処理を終了する。

【0058】またステップS131でFPRTCNG=

1であって反転要求がなされたときは、SVO2補正係数KCMDSO2を所定値DKCMDSO2だけ増加させ(ステップS133)、KCMDSO2値が中心値KSO2CENT以下か否かを判別する(ステップS134)。そして、KCMDSO2 \leq KSO2CENTである間は直ちに本処理を終了し(図12、t7~t8参照)、KCMDSO2>KSO2CENTとなると、リッチ側偏倚制御に移行すべくバータベーションフラグFPRTを「1」に設定し(ステップS135)、前記数式7により、SVO2補正係数KCMDSO2を算出す(ステップS136)。

【0059】次いでリッチ側継続時間TPRTRを前記数式5により算出して、タイマtPRTにセットしてスタートさせ(ステップS137)、反転要求フラグFPRTCNを「0」に戻して(ステップS138)(図12、t8参照)、本処理を終了する。

【0060】このように本処理によれば、反転要求がなされるとSVO2補正係数KCMDSO2が中心値KCMDCENTに向かって徐々に変化し、中心値KCMDCENTに達すると、それまでと反対側の偏倚制御が開始される。この繰り返しにより、図12(a)に示すようにKCMDSO2値が変化し、空燃比のバータベーションが実行される。

【0061】図11は、図9のステップS121におけるKCMDSO2反転判断処理のフローチャートである。

【0062】ステップS151では、前回SVO2F/B実行フラグFSO2FBが「0」であったか否かを判別し、FSO2FB=0であったときは、ディレイカウンタcPRTDLYを「0」に設定し(ステップS158)、バータベーションフラグFPRTより少し遅れて同様に設定されるディレイフラグFPRTDLY(図12(d)参照)を、バータベーションフラグFPRTと同一とし(ステップS159)、後述するブレーク判断時(ステップS164、S167)に「1」に設定されるブレークフラグFSO2BREAKを「0」に設定して(ステップS160)、ステップS161に進む。

【0063】ステップS151で前回はFSO2FB=1であったときは、前回バータベーションフラグFPRTが反転したか否かを判別し(ステップS152)、反転しなかったときは直ちに、また反転したときは前記ディレイカウンタcPRTDLYを所定数NPRTDLY(例えば8)に設定して(ステップS153)、ステップS154に進む。

【0064】ステップS154では、ディレイカウンタcPRTDLYの値が「0」か否かを判別し、cPRTDLY>0である間(図12、t2~t3、t5~t6、t8~t9)は、そのカウント値を「1」だけデクリメントして(ステップS157)、ステップS161に進む。そしてcPRTDLY=0となったとき(図1

2、t3、t6、t9)は、ディレイフラグFPRTDLYをバータベーションフラグFPRTと同一とし(ステップS155)、ブレークフラグFSO2BREAKを「0」に設定して(ステップS156)、ステップS161に進む。

【0065】ステップS161では、ディレイフラグFPRTDLYが「1」か否かを判別し、FPRTDLY=1であるときは、O2センサ出力SVO2が、基準値SVREFに所定電圧DSVREF(例えば0.06V)を加算した値以下か否かを判別する(ステップS162)。この答が肯定(YES)のときは、タイマtPRTの値が「0」か否かを判別し(ステップS169)、tPRT>0である間(図12、t1より前、t2~t4、t5~t7)は、直ちに本処理を終了する。その後tPRT=0となると(図12、t1、t7)、ステップS170に進んで反転要求フラグFPRTCNを「1」に設定して反転要求を行う(空燃比偏倚方向の反転を指示する)。

【0066】ステップS162でSVO2>(SVREF+DSVREF)となったとき(これを本明細書では「ブレーク」という。後述するように、O2センサ出力SVO2が減少してSVO2<(SVREF-DSVREF)となったときも同様である)は、ブレークフラグFSO2BREAKを「1」に設定する(ステップS163)。すなわち、FPRTDLY=1であってリッチ側偏倚制御実行中にO2センサ出力SVO2がリッチ方向に所定電圧DSVREFを越えて変化したときは、排気ガス浄化装置内に蓄積された酸素がなくなったと判断し、以下に述べるようにステップS164、S168の条件を満たせば反転要求を行う。

【0067】ステップS164ではタイマtPRTの値が(TMPRT \times (KPRTR-KPRTLMTL))以下か否かを判別する。ここで、TMPRT \times KPRTは、リッチ側継続時間TPRTR(前記数式5)であり、TMPRT \times KPRTLMTLは、リッチ側継続時間TPRTRの下限值TPRTMINに対応する。したがって、ステップS164でtPRT>(TMPRT \times (KPRTR-KPRTLMTL))であるときは、リッチ側偏倚制御の実行時間が、前記下限値TPRTMINに達していないことを意味するので、反転要求をすることなく本処理を終了する。これは、バータベーションの周期が短すぎると、排気ガス浄化装置内での反応時間が不足し、浄化性能が低下する点を考慮したものである。

【0068】ステップS164の答が肯定(YES)のときは、さらにバータベーションフラグFPRTの値と、ディレイフラグFPRTDLYの値が等しくないか否かを判別し(ステップS168)、FPRT \neq FPRTDLYであるとき(図12、t2~t3、t5~t6、t8~t9)は、反転要求が行われた直後ので反

転要求をすることなく本処理を終了する。一方FPRT=FPRTDLYであるときは、前記ステップS170に進み、反転要求フラグFPRTCNGを「1」に設定して(図12、t4)本処理を終了する。

【0069】ステップS161でFPRTDLY=0であるときは、ステップS162～S164と同様の処理を行う。すなわちO2センサ出力SVO2が、基準値SVREFから所定電圧DSVREFを減算した値以上か否かを判別し(ステップS165)、この答が肯定(YES)のときは、前記ステップS169に進む。ステップS165でSVO2<(SVREF-DSVREF)となり、ブレークが発生したときは、ブレークフラグFSO2BREAKを「1」に設定する(ステップS166)。すなわち、FPRTDLY=0であってリーン側偏倚制御実行中にO2センサ出力SVO2がリーン方向に所定電圧DSVREFを越えて変化したときは、排気ガス浄化装置の酸素蓄積能力を越えて酸素が排出されていると判断し、以下に述べるようにステップS167及び前記ステップS168の条件を満たせば反転要求を行う。

【0070】ステップS167ではタイマtPRTの値が(TMPRT×(KPRTL-KPRTLMTL))以下か否かを判別する。ここで、TMPRT×KPRTLは、リーン側継続時間TPRTL(前記数式6)であり、TMPRT×KPRTLMTLは、リーン側継続時間TPRTLの下限値TPRTMINに対応する。したがって、ステップS167でtPRT>(TMPRT×(KPRTL-KPRTLMTL))であるときは、リーン側偏倚制御の実行時間が、前記下限値TPRTMINに達していないことを意味するので、反転要求をすることなく本処理を終了する。一方ステップS167の答が肯定(YES)のときは、前記ステップS168に進む。

【0071】以上のように図11の処理によれば、空燃比偏倚制御の反転の実行から継続時間TPRTR又はTPRTL経過したとき(図12、t1、t7)、または継続時間TPRTR又はTPRTL経過前であってもブレークが発生したとき(図12、t4)は、反転要求フラグFPRTCNGが「1」に設定され、反転要求がなされる。

【0072】このようにブレークの発生時は、継続時間TPRTR又はTPRTL経過前であっても反転要求がなされるので、排気ガス浄化装置13内の触媒の酸素蓄積状態の偏りが迅速に是正され、良好な排気ガス特性を維持することできる。

【0073】図13及び14は、図5のステップS62におけるKPRTi算出処理のフローチャートである。

【0074】ステップS201では、ディレイフラグFPRTDLYが反転したか否かを判別し、反転していないときは直ちに本処理を終了する。すなわち、ステップ

S202以下の処理は、ディレイフラグFPRTDLYが反転した直後のみ実行される。

【0075】ディレイフラグFPRTDLYが反転したときは、活性フラグFnSO2が「1」か否かを判別し(ステップS202)、FnSO2=0であってO2センサ15がまだ活性化していないときは、ステップS221で継続時間補正係数KPRTiを、学習値KPRTREF×水温補正係数KKPRTTWに設定し(前記数式3)、継続時間補正係数KPRTiの初期化を行ってステップS225に進む。

【0076】ステップS202でFnSO2=1であってO2センサ15が活性化しているときは、O2センサ出力SVO2に応じたゾーン判別を行う(ステップS203～S205)。すなわち、O2センサ出力SVO2と、図15に示すような関係を有する所定上限値SVO2LMTH(例えば0.85V)、(基準値SVREF+所定電圧DSVREF)、基準値SVREF、(基準値SVREF-所定電圧DSVREF)、所定下限値SVO2LMTL(例えば0.2V)とを比較し、SVO2>SVO2LMTHであるとき、ゾーンパラメータSFBZONE=5とし(ステップS203、S207)、(SVREF+DSVREF)<SVO2≤SVO2LMTHであるとき、ゾーンパラメータSFBZONE=4とし(ステップS203、S204、S209)、(SVREF-DSVREF)≤SVO2≤(SVREF+DSVREF)であるとき、ゾーンパラメータSFBZONE=3とし(ステップS203、S204、S205、S217)、SVO2LMTL≤SVO2<(SVREF-DSVREF)であるとき、ゾーンパラメータSFBZONE=2とし(ステップS203～S206、S212)、SVO2<SVO2LMTLであるとき、ゾーンパラメータSFBZONE=1とする(ステップS203～S206、S215)。

【0077】さらにSFBZONE=4のときは、O2センサ出力の今回値SVO2(k)が前回値SVO2(k-1)以下か否かを判別し(ステップS210)、SFBZONE=2のときは、O2センサ出力の今回値SVO2(k)が前回値SVO2(k-1)以上か否かを判別する(ステップS213)

40 そしてSFBZONE=5であるとき又はSFBZONE=4であってSVO2(k)>SVO2(k-1)である(SVO2値が増加中である)ときは、リッチ側補正項DKPRTR及びリーン側補正項DKPRTLをそれぞれ、第5の所定値DKPRTR5及びDKPRTL5に設定し(ステップS208)、SFBZONE=4であってSVO2(k)≤SVO2(k-1)である(SVO2値が減少中である)ときは、リッチ側補正項DKPRTR及びリーン側補正項DKPRTLをそれぞれ、第4の所定値DKPRTR4及びDKPRTL4に設定し(ステップS211)、SFBZONE=3であ

るときは、リッチ側補正項DKPRTR及びリーン側補正項DKPRTLをそれぞれ、第3の所定値DKPRTR3及びDKPRTL3に設定し（ステップS218）、SFBZONE=2であって $SVO2(k) \geq SVO2(k-1)$ である（SVO2値が増加中である）ときは、リッチ側補正項DKPRTR及びリーン側補正項DKPRTLをそれぞれ、第2の所定値DKPRTR2及びDKPRTL2に設定し（ステップS214）、SFBZONE=1であるとき又はSFBZONE=2であって $SVO2(k) < SVO2(k-1)$ である（SVO2値が減少中である）ときは、リッチ側補正項DKPRTR及びリーン側補正項DKPRTLをそれぞれ、第1の所定値DKPRTR1及びDKPRTL1に設定する（ステップS216）。ここで、第1～第5の各所定値は、以下のように設定される。すなわち $DKPRTR5 < DKPRTR4 < 0 < DKPRTR3 < DKPRTR2 < DKPRTR1$ となるように、また $DKPRTL1 < DKPRTL2 < 0 < DKPRTL3 < DKPRTL4 < DKPRTL5$ となるように設定される。

【0078】続くステップS222では、ディレイフラグFPRTDLYが「1」か否かを判別し、FPRTDLY=0であってリッチ側偏倚制御からリーン側偏倚制御に移行した直後であるときは、リッチ側継続時間補正係数KPRTiにリッチ側補正項DKPRTRを加算する（ステップS223）一方、FPRTDLY=1であってリーン側偏倚制御からリッチ側偏倚制御に移行した直後であるときは、リーン側継続時間補正係数KPRTLにリーン側補正項DKPRTLを加算し（ステップS224）、ステップS225に進む。

【0079】ステップS225以下では算出した継続時間補正係数KPRTiのリミット処理を行う。すなわち、継続時間補正係数KPRTiが所定上限値KPRTLMTHを越えるときは、 $KPRTi = KPRTLMTH$ とし（ステップS225、S226）、継続時間補正係数KPRTiが所定下限値KPRTLMTLを下回るときは、 $KPRTi = KPRTLMTL$ とし（ステップS227、S228）、それ以外のときは直ちに本処理を終了する。

【0080】図13及び14の処理によれば、リッチ側継続時間補正係数KPRTi及びリーン側継続時間補正係数KPRTLが、それぞれ独立して変更され、バータベーションの周期が変更されるので、排気ガス浄化装置の浄化能力に適したバータベーションを行い、排気ガス浄化装置の性能を最大限に発揮させて排気ガス特性を向上させることができるとともに、LAFセンサ14の出力特性のずれなどによってバータベーションの中心値が所望値からずれた場合でも、リッチ側又はリーン側継続時間TPRTR、TPRTLのそれぞれの変更により、実質的なバータベーションの中心値を常に最適に維持することができる。

【0081】また、ゾーンパラメータSFBZONE=3であってO2センサ出力SVO2が基準値SVREF近傍にあるときは、補正項DKPRTR、DKPRTLは、絶対値の小さい正の値に設定され、継続時間補正係数KPRTiの1回の補正量は小さく抑えられる（図16、t11の前、t14の後）。

【0082】またSFBZONE=2でO2センサ出力SVO2が減少しているとき（同図、t11～t12）、あるいはSFBZONE=1であって、SVO2値が大きくリーン側に偏倚したとき（同図、t12～t13）は、リッチ側補正項DKPRTRは正の比較的大きな値を有する第1の所定値DKPRTR1に設定され、リーン側補正項DKPRTLは負の絶対値が比較的大きな値を有する第1の所定値DKPRTL1に設定されるので、継続時間補正係数KPRTiの1回の補正量が大きくなり、リッチ側継続時間TPRTR及びリーン側継続時間TPRTLがともに迅速に修正される。

【0083】そしてその修正によりO2センサ出力SVO2の増加傾向を維持してSFBZONE=2の領域に入ると（同図、t13～t14）、補正項DKPRTR及びDKPRTLはともに、絶対値のより小さい第2の所定値DKPRTR2及びDKPRTL2に設定されるので、継続時間補正係数KPRTiの1回の補正量はより小さくなり、時刻t14以後SFBZONE=3の領域に移行する。

【0084】また図示していないが、O2センサ出力SVO2がリッチ方向に大きく偏倚したときは、図16の場合とは逆の方向に継続時間補正係数KPRTi及びKPRTLがそれぞれ補正され、そのときの1回の補正量は、SFBZONE=4でSVO2値が増加中のとき及びSFBZONE=5のとき大きな値（DKPRTR5、DKPRTL5）とされ、SVO2値が減少しながらSFBZONE4の領域に入るとより小さな値（DKPRTR4、DKPRTL4）とされる。

【0085】図17は、図5のステップS68で実行される学習値KPRTREFの算出処理のフローチャートである。

【0086】ステップS241では、エンジン始動後所定時間TMSO2ST（例えば180sec）経過したか否かを判別し、経過していないときは直ちに本処理を終了する。始動直後は排気ガス浄化装置13内の触媒の状態が安定しないことを考慮したものである。所定時間TMSO2ST経過した後はディレイフラグFPRTDLYが反転したか否かを判別し（ステップS242）、反転直後であるときは、ゾーンパラメータSFBZONEが「3」か否かを判別する（ステップS243）。ディレイフラグFPRTDLYの反転直後でないとき又はSFBZONE=3でないときは、直ちに本処理を終了する。

【0087】ディレイフラグFPRTDLYの変転直後

で且つSFBZONE=3であるときは、リッチ側継続時間補正係数KPRTRおよびリーン側継続時間補正係数KPRTLがともに1.0以上か否かを判別し(ステップS244)、両者又はいずれか一方が1.0より小さいときは、両者がともに1.0より小さいか否かを判別する(ステップS245)。その結果、いずれか一方が1.0以上で他方が1.0より小さいときは、直ちに本処理を終了し、両者とも1.0より小さいときは、ステップS246で学習値KPRTRを修正し、両者とも1.0以上のときはステップS249で学習値KPRTRを修正する。

【0088】ステップS246では、前回までに算出された学習値KPRTRから補正項DKPRTを減算して、新たな学習値KPRTRとする。継続時間補正係数KPRTR、KPRTLがともに1.0より小さくなるときは、リッチ側偏倚制御終了直後にゾーンパラメータSFBZONE=4又は5であってリッチ側継続時間補正係数KPRTRが減少方向に修正され、リーン側偏倚制御終了直後にゾーンパラメータSFBZONE=1又は2であってリーン側継続時間補正係数KPRTLが減少方向に修正されたことによるので、排気ガス浄化装置の酸素蓄積能力が低下したことを示すからである。次いでその値が所定下限値KPRTLMTLより小さいか否かを判別する(ステップS247)。KPRTR \geq KPRTLMTLであるときは直ちに、またKPRTR<KPRTLMTLであるときは、KPRTR=KPRTLMTLとして(ステップS248)、本処理を終了する。

【0089】一方ステップS249では、前回までに算出された学習値KPRTRに補正項DKPRTを加算して、新たな学習値KPRTRとする。継続時間補正係数KPRTR、KPRTLがともに1.0以上となるときは、リッチ側偏倚制御終了直後にゾーンパラメータSFBZONE=1、2又は3であってリッチ側継続時間補正係数KPRTRが増加方向に修正され、リーン側偏倚制御終了直後にゾーンパラメータSFBZONE=1、2又は3であってリーン側継続時間補正係数KPRTLが増加方向に修正されたことによるので、排気ガス浄化装置の酸素蓄積能力が当初想定した能力より大きいと考えられるからである。図8のステップS104で検索される継続時間基本値TMPRTのマップは、排気ガス浄化装置内の触媒が若干劣化した状態を想定して設定されており、「当初想定した能力」とは、そのマップ設定値に対応する酸素蓄積能力を意味する。新品の触媒を想定して継続時間基本値TMPRTのマップを設定すると、劣化した触媒が使用された場合に学習の効果が表れるまでの間、排気ガス特性が悪化する可能性があるからである。

【0090】次いで学習値KPRTRが所定上限値KPRTLMTHより大きいかな否かを判別する(ステッ

プS250)。KPRTR \leq KPRTLMTHであるときは直ちに、またKPRTR>KPRTLMTHであるときは、KPRTR=KPRTLMTHとして(ステップS251)、本処理を終了する。

【0091】図17の処理よれば、リッチ側継続時間補正係数KPRTR及びリーン側継続時間補正係数KPRTLがともに1.0より大きくなったときは、学習値KPRTRが増加方向に修正され、逆にリッチ側継続時間補正係数KPRTR及びリーン側継続時間補正係数KPRTLがともに1.0より小さくなったときは、学習値KPRTRが減少方向に修正される。これにより、当初想定した排気ガス浄化装置の酸素蓄積能力(浄化能力)と、実際の酸素蓄積能力とにずれが生じた場合には、そのずれに応じて学習値KPRTRが修正されるので、実際の酸素蓄積能力に見合った最適な学習値を得ることができる。その結果、排気ガス浄化装置の性能を常に最大限に発揮させて良好な排気ガス特性を得ることができる。

【0092】学習値KPRTRはイグニッションスイッチがオフされたときもバッテリーでバックアップされるRAMに格納され、次の運転時に継続時間補正係数KPRTRの初期値設定に使用される(図4、ステップS27、図14、ステップS221)。バッテリーが外されたりした場合は、1.0とする。

【0093】次に図2のステップS2のKAF算出処理、すなわちLAFセンサ14の出力に基づく空燃比補正係数KAFの算出処理について図18~20を参照して説明する。

【0094】図18はKAF算出処理のフローチャートであり、先ずPID補正係数KPIDを算出するKPID算出処理(図19)を実行する(ステップS312)。次いで、空燃比補正係数KAFをステップS312で算出したPID補正係数KPIDに設定し(ステップS313)、KAF値を所定上下限値の範囲内に制限するリミットチェック処理を行って(ステップS314)、本処理を終了する。

【0095】図19は図18のステップS312におけるKPID算出処理のフローチャートである。

【0096】ステップS331では前回PID制御フラグFPIDFBが「1」であったかな否かを判別し、FPIDFB=1であったときは直ちに、またFPIDFB=0であったときは、PID制御の積分項KIFの前回値KIF(k-1)を、空燃比補正係数KAFに設定して(ステップS332)、ステップS333に進む。

【0097】ステップS333では、下記数式9により比例項KPF、積分項KIF及び微分項KDFを算出する。

【0098】

【数9】 $KPF = KPLAF \times DKCMD$

$KIF(k) = KILAF \times DKCMD + KIF(k-1)$

1)

$$KDF = KDLAF \times DDKCMD$$

ここで、KPLAF、KILAF及びKDLAFは制御ゲインであり、DKCMDは、目標空燃比と検出空燃比の偏差であり、具体的には、目標当量比（目標空燃比係数）KCMDと、LAFセンサ14の出力に基づいて算出される検出当量比KACTとの差（ $= KCMD - KACT$ ）である。また、DDKCMDは、偏差DKCMDの変化量（ $= DKCMD(k) - DKCMD(k-1)$ ）である。

【0099】続くステップS334～S337では、積分項KIFのリミット処理を行う。すなわち、KIF値が所定上下限値O2LMTH、O2LMTLの範囲内にあるとき（ $O2LMTL \leq KIF \leq O2LMTH$ ）は直ちに、また $KIF < O2LMTL$ であるときは $KIF = O2LMTL$ として（ステップS336）、また $KIF > O2LMTH$ であるときは $KIF = O2LMTH$ として（ステップS337）、ステップS338に進む。

【0100】ステップS338では、積分項KIF、比例項KPF及び微分項KDFを加算して、PID補正係数KPIDを算出する。次いでPID補正係数KPIDが前記所定下限値O2LMTLより小さいか否かを判別し（ステップS339）、 $KPID < O2LMTL$ であるときは、積分項KIFを前回値保持とし（ステップS341）、PID補正係数KPIDを所定下限値O2LMTLに設定して（ステップS342）、本処理を終了する。ステップS339で $KPID \geq O2LMTL$ であるときは、PID補正係数KPIDが所定上限値O2LMTHより大きいのか否かを判別し（ステップS340）、 $KPID \leq O2LMTH$ であるときは、直ちに本処理を終了する。また $KPID > O2LMTH$ であるときは、積分項KIFを前回値保持とし（ステップS343）、PID補正係数KPIDを所定上限値O2LMTHに設定して（ステップS344）、本処理を終了する。

【0101】図19の処理によれば、PID制御により検出当量比KACTが目標当量比KCMDに一致するようにPID補正係数KPIDが算出される。

【0102】なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく種々の変形が可能である。例えば、上述した実施形態では空燃比をPID制御によりフィードバック制御する場合について説明したが、適応制御を用いて空燃比をフィードバック制御するものに適用することも可能である。

【0103】また上述した実施形態では空燃比補正係数KAFを用いてLAFセンサ14出力に基づく検出当量比KACTが目標空燃比係数KCMDに一致するようにフィードバック制御を行うようにしたが、空燃比補正係数KAFを用いずに目標空燃比係数KCMDのみを数式1に適用することによって空燃比のバタベーションを

行うようにしてもよい。

【0104】

【発明の効果】以上詳述したように請求項1に記載の空燃比制御装置によれば、空燃比を理論空燃比よりリッチ側に継続して偏倚させるリッチ側継続時間と、リーン側に継続して偏倚させるリーン側継続時間とを独立して変更することにより空燃比の強制変動の周期が変更され、この変更量が酸素濃度センサの出力と所定基準値との偏差に応じて設定されるので、排気ガス浄化装置の浄化能力に適合した空燃比の強制変動を行い、排気ガス浄化装置の性能を最大限に発揮させて排気ガス特性を向上させることができるとともに、強制変動の中心値が所望値からずれた場合でも、リッチ側又はリーン側継続時間の変更により実質的な中心値を常に最適に維持し、さらにリッチ側又はリーン側継続時間が最適値からずれた場合でも迅速に修正することができる。

【0105】請求項2に記載の空燃比制御装置によれば、目標空燃比が周期的に変動し、機関に供給する混合気空燃比が目標空燃比に一致するようにフィードバック制御が行われるので、実際の空燃比を目標空燃比に的確に制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態にかかる内燃機関及びその制御装置構成を示す図である。

【図2】LAFセンサの出力に基づくフィードバック処理のフローチャートである。

【図3】KCMD算出処理のフローチャートである。

【図4】図3のSVO2フィードバック処理のフローチャートである。

【図5】図3のSVO2フィードバック処理のフローチャートである。

【図6】図4の処理で使用するテーブルを示す図である。

【図7】図4のSVO2F/B実施条件判断処理のフローチャートである。

【図8】図5のKCMDSO2算出処理のフローチャートである。

【図9】図5のKCMDSO2算出処理のフローチャートである。

【図10】図8の処理で使用するテーブルを示す図である。

【図11】図9のKCMDSO2反転判断処理のフローチャートである。

【図12】図8、9及び11の処理を説明するための図である。

【図13】図5のKPRTi算出処理のフローチャートである。

【図14】図5のKPRTi算出処理のフローチャートである。

【図15】図13の処理で設定されるゾーンパラメータ

(SFBZONE)を説明するための図である。

【図16】図13及び14の処理を説明するための図である。

【図17】図5のKPRTREF算出処理のフローチャートである。

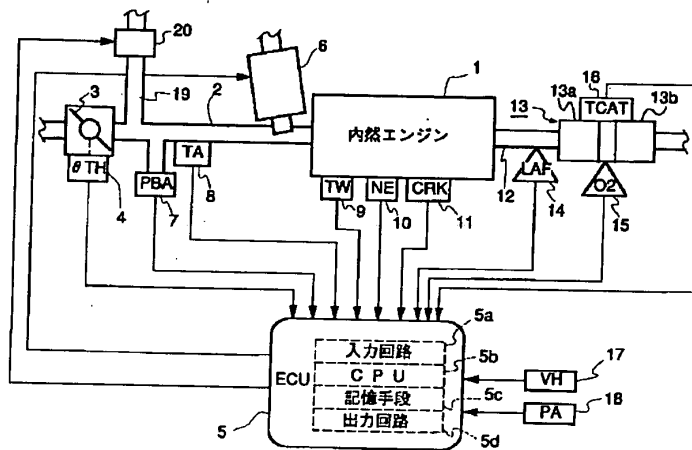
【図18】図2のKAF算出処理のフローチャートである。

【図19】図18のKPID算出処理のフローチャートである。

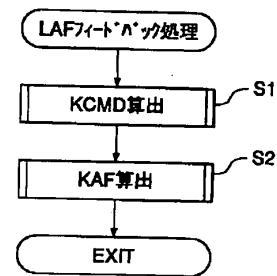
*【符号の説明】

- 1 内燃エンジン
- 5 電子コントロールユニット (ECU)
- 6 燃料噴射弁
- 12 排気管
- 13 排気ガス浄化装置
- 14 広域空燃比センサ
- 15 酸素濃度センサ

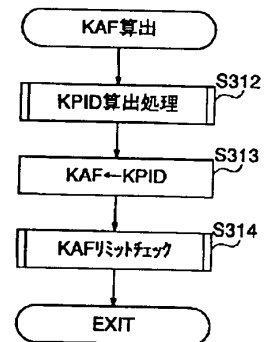
【図1】



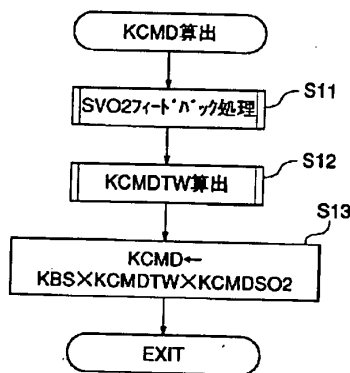
【図2】



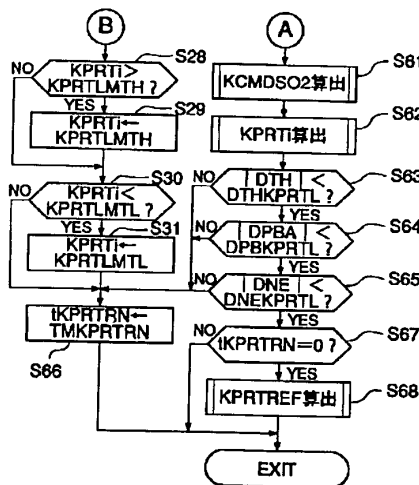
【図18】



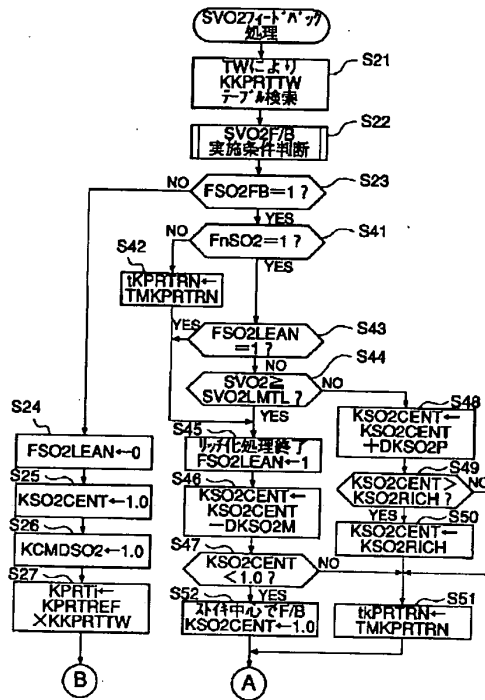
【図3】



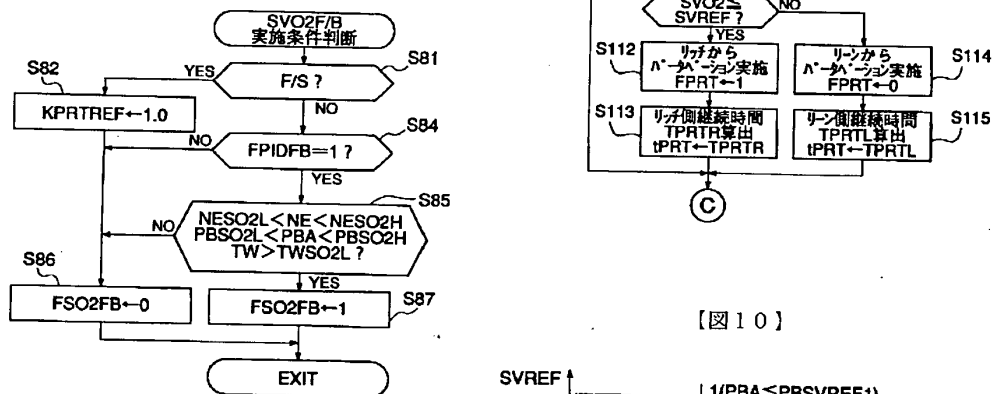
【図5】



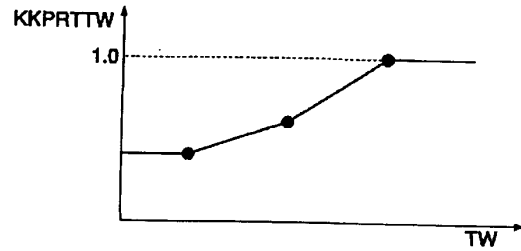
【図4】



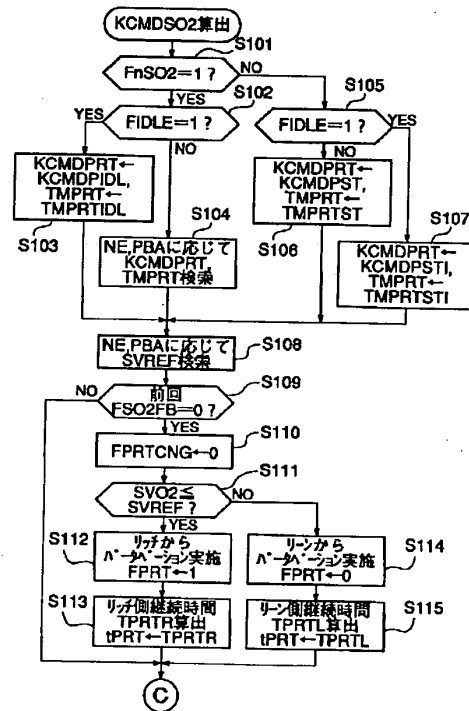
【図7】



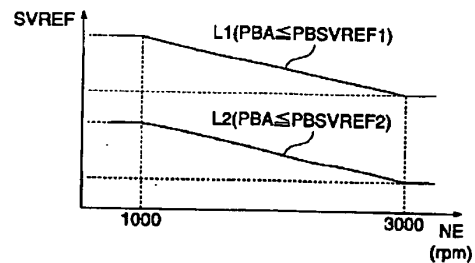
【図6】



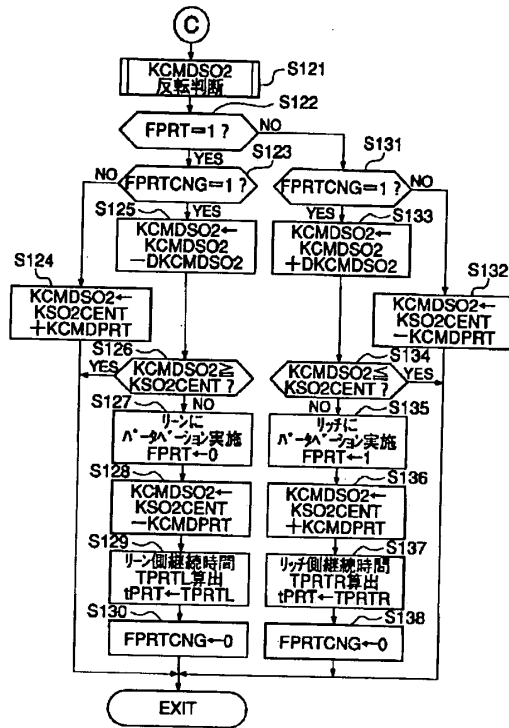
【図8】



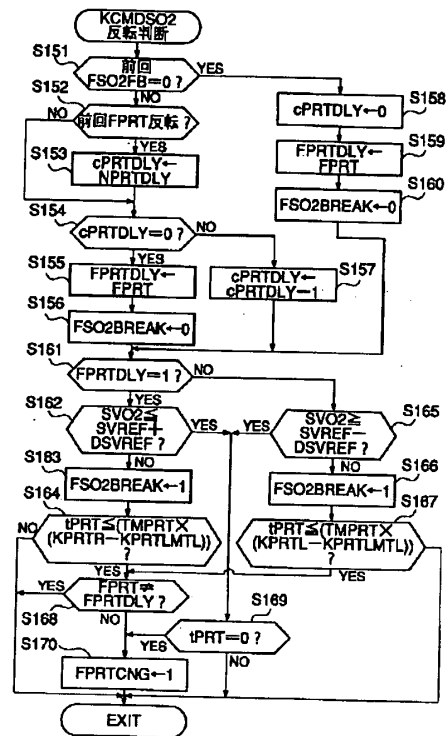
【図10】



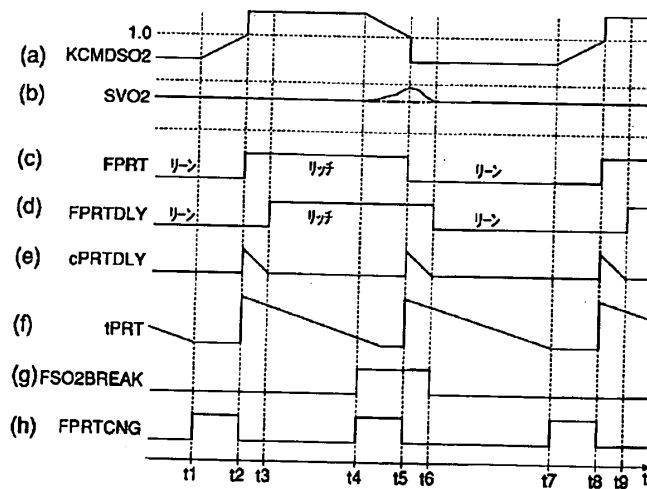
【図9】



【図11】



【図12】



```

graph TD
    Start([KPRTI算出]) --> S201{FPRITDLY反転?}
    S201 -- NO --> S208
    S201 -- YES --> S202{FnSQ2=1?}
    S202 -- NO --> S203{SVO2 ≤ SVO2LMTH?}
    S202 -- YES --> S205{SVO2 ≥ SVREF - DSVREF?}
    S203 -- YES --> S204{SVO2 ≤ SVREF + DSVREF?}
    S203 -- NO --> S207
    S204 -- YES --> S209[SFBZONE ← 4]
    S204 -- NO --> S207
    S205 -- YES --> S207
    S205 -- NO --> S206{SVO2 ≥ SVO2LMTL?}
    S206 -- YES --> S212[SFBZONE ← 2]
    S206 -- NO --> S215
    S212 --> S213{SVO2(k) ≤ SVO2(k-1)?}
    S213 -- YES --> S214[DKPRTA ← DKPRTA2  
DKPRTL ← DKPRTL2]
    S213 -- NO --> S216[SFBZONE ← 3]
    S215 --> S216
    S216 --> S218[DKPRTA ← DKPRTA3  
DKPRTL ← DKPRTL3]
    S218 --> S217[SFBZONE ← 3]
    S217 --> S216
    S207 --> S210{SVO2(k) ≤ SVO2(k-1)?}
    S210 -- YES --> S211[DKPRTA ← DKPRTA4  
DKPRTL ← DKPRTL4]
    S210 -- NO --> S208
    S208 --> S208a[DKPRTA ← DKPRTA5  
DKPRTL ← DKPRTL5]
    S208a --> S208b((F))
    S211 --> S211a((D))
    S214 --> S211a
    S218 --> S211a
    S217 --> S211a
    S216 --> S211a
    S211a --> S211b((E))
  
```

```

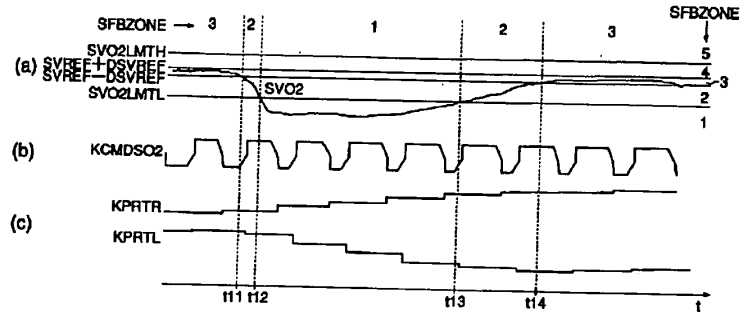
graph TD
    D((D)) --> S222{FPRTDLY=1?}
    S222 -- YES --> S223[KPRTL ← KPRTL + DKPRTL]
    S222 -- NO --> S221[KPRTI ← KPRTREF  
XKKPRTIW]
    S223 --> S225{KPRTI > KPRTLMTH?}
    S221 --> S225
    S225 -- YES --> S226[KPRTI ← KPRTLMTH]
    S225 -- NO --> S227{KPRTI < KPRTLMTL?}
    S226 --> S227
    S227 -- YES --> S228[KPRTI ← KPRTLMTL]
    S227 -- NO --> F((F))
    S228 --> F
    F --> E((E))
    E --> S221
    S228 --> EXIT([EXIT])

```

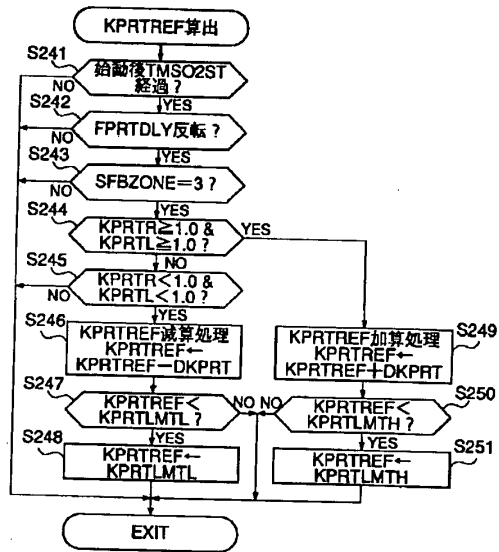
Figure 10 shows the SVO2 waveform. The vertical axis represents voltage levels: 1.0V, SVO2LMTH, SVREF+DSVREF, SVREF, SVREF-DSVREF, SVO2MTL, and 0V. The waveform is a sine wave labeled 'SVO2'. Below the graph, two rows of values are provided for SFBZONE and DKPRTI, corresponding to the waveform's cycle.

SFBZONE	5	4	3	2	1	2	3	4	5
DKPRTI	5	4	3		1	2	3		5

【図16】



【図17】



【図19】

